هايدرولوجية الجزء الشرقي من بحيرة العظيم ووديانها

م. رحيم حايف كاظم السلطاني
الجامعة المستنصرية – كلية التربية

أ.م.د. اياد علي فارس
الجامعة المستنصرية – كلية التربية

Email :ameer.rahem@yahoo.com

المستخلص

تكمن أهمية الدراسات الهيدرولوجية في تحديد خصائص المياه السطحية والجريان السطحي والكشف عن وجود المياه الجوفية وحركاتها في المنطقة مكانياً والتحليل الفيزيائي والكيميائي لها وصلاحيتها لأغراض الشرب والري . تمثلت مشكلة الدراسة بتساؤلات محددة عن وجود تذبذب في مستويات المياه الجوفية في منطقة الدراسة و وجود تباين في نوعية المياه من حيث الخصائص الكيميائية . تهدف الدراسة الى إجراء دراسة تفصيلية عن خصائص المياه الجوفية اعتماداً على المسوحات الميدانية وذلك بجمع عينات المياه وإجراء التحليلات المختبرية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS وعدد من البرمجيات ذات العلاقة اعتماداً على مخططات ومؤثرات معيارية لتقييم صلاحية المياه لأغراض الشرب أو الري ومقارنتها مع المعايير المحلية والعالمية . تضمنت الدراسة جملة من النتائج لعل أبرزها وجود بعض الآبار غير الإنتاجية ولا يمكن استخدامها لأغراض الشرب أو الري بسبب عمق المياه الجوفية أو لوجود الملوثات الكيميائية والفيزيائية فيها .

كلمات مفتاحية : أحواض والوديان ، المياه السطحية والجوفية ، الآبار ، العناصر الكيميائية والفيزيائية .

Keywords: basins and valleys, surface and ground water, wells, chemical and physical elements

Abstract

The importance of hydrological studies in the importance of identifying the characteristics of surface water and runoff, as well as the presence and movement of groundwater in the region spatially and physical and chemical analysis and its suitability for drinking and irrigation.The study represented a specific problem with questions about the existence of the fluctuation in the groundwater levels in the study area as well as a discrepancy in the quality of water in terms of chemical properties.

The study aims to conduct a detailed study on the groundwater characteristics depending on field surveys by collecting water samples and conducting laboratory analyzes using the Geographic Information Systems (CIS) and a number of related software depending on the schemes and effects standard for evaluating water validity for drinking or irrigation and compare them with local and international standards. The study included a number of results, most notably the presence of some non-productive wells cannot be used for drinking or irrigation because of the depth of the groundwater or to the presence of chemical and physical contaminants in them.

المقدمة

تكمن اهمية الدراسات الهيدرولوجية في انها تحدد خصائص المياه السطحية والجوفية، التي تتحكم بحركة المياه السطحية والجريان السطحي وحركة المياه الجوفية وتؤثر تأثيراً مهما في تغذية المياه الجوفية من طريق ترشيح مياه الامطار الساقطة على احواض الاودية اذ انها تؤثر على كميات الجريان السطحي لمياه الامطار .

جاءت دراسة أحواض الاودية لتنال الاهتمام الكبير من المتخصصين في الهيدرولوجي، لأنها تمثل ركناً اساسياً في هذا الحقل من الدراسات، حيث تعد وحدة طبيعية هيدرولوجية متكاملة تتواجد فيها العديد من الظواهر والاشكال الارضية التي تثير الاهتمام وتسهم في فهم العلاقة بينهما التي تكون ما بين عوامل تضاريسية وجيولوجية ومناخية وهيدرولوجية وتربة ونبات تؤدي الى احداث مجموعة تغيرات فيزيائية وكيميائية تعمل على تشكيل الخصائص الشكلية والمساحية والارضية للأحواض، ويسعى البحث الى بيان أهمية الخصائص الكيميائية والفيزيائية للمياه الجوفية وصالحيتها للشرب والري .

المبحث الأول

منهجية البحث

أولاً : مشكلة البحث

يمكن تحديد مشكلة البحث في ما يأتي:-

- هناك تذبذب في مستويات المياه الجوفية في منطقة الدراسة.
- تباين كبير في نوعية المياه من حيث الخصائص الكيمياوية .
- توجد العديد من الابار في المنطقة غير صالحة للزراعة او الشرب . فضلاً عن وجود بعض الابار غير انتاجية ولا يمكن استعمالها في الزراعة بسبب عمق المياه الجوفية خاصةً في مناطق سفوح التلال او التي تقع على سفوح أحواض الأودية، فضلاً عن وجود انخفاض في مستويات المياه الجوفية في السنوات العشرة الماضية، تؤثر تأثيراً متبايناً في توزيع المياه الجوفية وحركة المياه السطحية .

ثانياً : اهداف البحث

يهدف البحث الى توظيف التقنيات الحديثة والمتمثلة بتقنيات التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية والاحصاء المكاني، وذلك باستخدام برمجيات متخصصة في هذا المجال، بغية الوصول الى تحليل دقيق عن خصائص منطقة الدراسة وتحديد مدى التباين في تواجد المياه الجوفية وخصائصها، فضلا عن التباين في كميات الجريان السطحي وانماطه في المواسم المطيرة.

ثالثاً : اهمية الدراسة

تكمن اهمية الدراسة في أنها موضوع يبحث في الهيدرولوجي إذ يعد فرعاً اساسياً في الجغرافية الطبيعية. وتكمن الاهمية في كون المنطقة غير مدروسة هيدرولوجياً ولها تأثير فاعل في اقامة تنمية بشرية واقتصادية حقيقة. ومن ثم فأن تقييم هذه الظواهر وتطورها وتنميتها لتطوير المنطقة يكون في غاية الاهمية. وتكمن اهمية الدراسة ايضا في انها ستوظف تقنيات وبرامجيات متنوعة ستمكن الباحثين من الاستدلال بها على كيفية التعامل مع البيانات باعتبارها مدخلات ومخرجات لبرامجيات متعددة .

رابعاً : منهجية الدراسة

اعتمدت الدراسة على المنهج الشمولي القائم على الوصف والتحليل الكمي والاستنتاج .

خامساً : موقع وحدود منطقة الدراسة

حُدِّدت منطقة الدراسة بالاعتماد على حدود أحواض شبكة الاودية التي تصب في الجانب الشرقي من بحيرة العظيم باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. تقع منطقة الدراسة ضمن الحدود الادارية لمحافظتي صلاح الدين في الجزء الشمالي الشرقي منها وتحديداً ضمن قضاء طوز خورماتو– ناحيتي امرلي وينكجه، واجزاء قليلة ضمن ناحية العظيم التابعة محافظة ديالى (شكل 1 و شكل 2). وطوبوغرافيا ضمن المنطقة المتموجة من العراق، وفلكياً بين دائرتي عرض(َ34 340 – َ53 34^0) شمالاً و خطي طول (َ24 440 – َ39 44^0) شرقاً، وتمتد على مساحة 307 كيلومتر مربع.

المبحث الثاني

التحليل المكاني للمياه الجوفية وصلاحيتها لاغراض الشرب

ان تقييم مدى الملاءمة الكيميائية لنوعية مياه الشرب، يتم بمقارنة نتائج تحليلاتها مع قيم المعايير العالمية {WHO, 2006 #70} .تم تحليل العديد من الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية في منطقة الدراسة وشملت هذه الخصائص كل من المكونات الكيميائية غير العناصرية، والايونات السالبة والموجبة الرئيسة وقسم من العناصر الثانوية للوقوف على تراكيزها وتوزيعها المكاني ومقارنتها مع المعايير العالمية للوقوف على مدى صلاحيتها لاغراض الشرب.

1. المكونات غير العناصرية

وتشمل الخصائص الكيميائية للمياه والمتمثلة بكل من الاس الهيدروجيني والتوصيلية الكهربائية والمواد الصلبة الذائب الكلية ، والعسرة الكلية.

- **الاس الهيدروجيني (pH)**

يعرف بأنه اللوغارتم السالب لتركيز ايون الهيدروجين ويعبر عنه بـ*pH= – log (h+)* حيث يمثل (H+) تراكيز ايونات الهيدروجين ويعبر عنه بالمول /لتر وهو من العوامل المهمة في التفاعلات الكيميائية, ويعد مقياساً لحامضية وقاعدية المحاليل, حيث تكون المحاليل حامضية اذا كانت قيمة (pH) اقل من(7) وقاعدية اذا كانت قيمة (pH) اكثر من (7)، اما اذا كانت قيمة (pH) تساوي (7) فأن المحاليل متعادلة وذلك في درجة حراره وضغط اعتياديين (المانع, 2003). ويتأثر الاس الهيدروجيني بالغازات الذاتية مثل ثاني اوكسيد الكاربون وكبريتيد الهيدروجين والامونيا فضلاً عن البيكاربونات والكاربونات في المياه (الجبوري , 2004). وتتراوح نسب (pH) لمياه عينات الدراسة بين (6.99) في الموقع (W14) و(7.73) في الموقع (W12)، (جدول 1) وخريطة التوزيع في الشكل رقم 3 – أ.

- **التوصيلة الكهربائية (Ec) (Electrical Conductance)**

تعرف بأنها قابلية توصيل واحد سنتمتر مكعب من الماء للتيار الكهربائي عند درجة حرارة (25)هـ م . اذ ان زيادة درجة حراره الماء درجة مئوية واحدة تسبب زيادة في التوصيلة الكهربائية بمعدل (2%) كذلك تزداد بزيادة تراكيز الاملاح المذابة (الخفاجي ,2014). يتضح من جدول رقم 1 وخريطة التوزيع المكاني في الشكل رقم 3 –ب، ان غالبية عينات المياه قد تراوحت قيمها بين 1900 –9100 مايكروسمنز/سم وخاصة العينات (W1,W3,W4,W6,W9–W15) وبذلك قد تجاوزت اقصى مستوى للتلوث (1250 مايكروسمنز/سم)، اما بقية العينات فقد تجاوزت الحد المسموح به ماعدا العينة رقم w2.

- **المواد الصلبة المذابة الكلية (T.D.S) (Total Dissolved Solids)**

هي الكمية الكلية للاملاح المذابة في المياه الجوفية الناتجة عن ذوبان العناصر المعدنية الموجودة في الصخور (Kumar,2009) , كذلك تعد مؤشراً عاماً لمقدار الملوحة وتصنيف المياه اذ انها تشمل جميع المواد الصلبة المذابة . كما موضح في الجدول 2 .

جدول 2: نوعية المياه استناداً الى كمية المواد الصلبة المذابة الكلية (TDS)

نوعية المياه	TDS ملغم / لتر
ماء عذب	1000 – 0
ماء متوسط الملوحة	3000-1000
ماء مالح	5000-3000
ماء مالح جداً	10000 – 5000
شديد الملوحة	50000 - 10000

المصدر :

Davis , S.N. and Roger J. M. Dewiest (2011) . Hyderogeology , John wiley & Sons, Inc. Printed U.S.A. .

ويعبر عن TDS بالمعادلة الاتية :

(TDS) 1 mg/l = (Ec)1.56 µS/cm

حيث ان EC تمثل التوصيلية الكهربائية باستخدام جهاز EC –meter . تبين قيم الـ TDS في جدول رقم 2 وخريطة التوزيع في الشكل رقم 4– أ ، ان معظم عينات المياه قد جاءت ضمن الصنف المتوسط الملوحة والمالحة. اما من ناحية مطابقتها للمواصفات العالمية فان العينات (W1,W2,W3, W9,W10, W13,W14,W15) قد تجاوزت تراكيزها اقصى مستوى للتلوث (1500ملغم/لتر) واظهرت العينات W13,W14,W15 اعلى التراكيز كونها ابار تقع في ترب طينية سلتية .

العسرة الكلية (TH) (Total Hardness)

تعرف بأنها مجموع ايونات الكالسيوم والمغنسيوم في الماء , فالماء العسر هو ذلك الماء الذي يحتاج الى كمية من الصابون لإعطاء رغوة، حيث ان هناك نوعين للعسرة الاولى هي العسرة الكاربونية ناتجة عن اتحاد ايونات الكالسيوم والبيكاربونات وقليل من الكاربونات وتسمى ايضاً بالعسرة المؤقتة. اما النوع الثاني فهي العسرة غير الكاربونية ناتجة من اتحاد ايونات الكالسيوم والمغنسيوم مع ايونات الكبريتات والكلوريدات والنترات وتعرف بالعسرة الدائمة (عبادي، و محمد , 1990) تنشأ المياه العسرة عندما تسقط مياه الامطار على الارض فتذيب الاملاح من التربة وتزداد قابليتها للذوبان عند امتزاجها بماء المطر بسبب وجود غاز ثاني اوكسيد الكاربون الناتج عن عملية التخمر في التربة وتؤدي درجة عسر المياه دوراً مهماً في تحديد مدى صلاحيتها لأغراض الشرب او الري ، ويعبر عنها بالمعادلة الاتيـــة{Todd, 2005 #79} : TH= 2.5 Ca + 4.1 Mg

وطبقا لتصنيف {Sawyer, 1978 #83} اذ صنفا المياه اربعة اصناف وهي من صفر – 75 ملغم/لتر على انها مياه يسرة ومن 75 – 150 مياه متوسطة العسرة ، وبين 150 – 300 مياه عسرة ، اما اذا تجاوزت 300 ملغم/ لتر فانها تعد عسرة جدا ، وعليه يتبين من جدول رقم 2، وخريطة التوزيع في الشكل رقم 4–ب، ان معظم عينات المياه تقع ضمن المياه اليسرة ومتوسطة العسرة ، ما عدا العينتين W14,

W15فقد صنفت على انها مياه عسرة . اما من ناحية ملاءمتها للشرب فقد جاءت معظم عينات المياه تجاوزت الحدود المسموح بها ولكنها ادنى من قيمة اقصى مستوى للتلوث(500 ملغم/لتر) ، ما عدا العينات رقم W4 , W16, W7 فقد جاءت تراكيز بـ 23.5، 24.8 ، و 29.11 ملغم/لتر على التوالي وهي ضمن الحد المسموح به لاغراض الشرب.

2 . الايونات الموجبة الاساسية

وتشمل كل من الصوديوم والبوتاسيوم والمغنسيوم والكالسيوم .

- الصوديوم (Na^{+1})

يعد الصوديوم من العناصر الواسعة الانتشار على سطح الارض نتيجة لتعدد مجالات استعمالاته . تحتل ايونات الصوديوم اهمية خاصة في مياه الشرب والري على حد سواء نظراً لتأثراته السمية عند وجوده بتراكيز عالية ، وينتج هذا الايون بعملية التجوية الكيميائية للصخور النارية والرسوبية وهو الاكثر شيوعاً من بين مجموعة الفلزات القلوية ويكون تواجده في الصخور النارية اكثر منها في الرسوبية . يمثل تركيز الصوديوم في المياه الطبيعية مدى واسعاً يتراوح أقل في (mg /L11) لمياه الامطار وبعض مياه الجداول في المنطقة الغزيرة الامطار الى حد تصل الى (100.000) (mg/L) في ممالح المياه المالحة المترافقة مع ترسبات المتبخرات في الاحواض المغلقة (اسماعيل ,2010) . إن معظم املاح الصوديوم ومركباته عالية الذوبان في المياه واكثرها هو كلوريد الصوديوم واقلها بيكاربونات وكبريتات الصوديوم . وبالنظر الى الجدول رقم 3 وخريطة التوزيع في الشكل رقم 5-أ، نجد أن العينات W5, W7, W16 قد تجاوزت الحد المسموح (20ملغم/لتر) ولكنها لازالت دون قيمة اقصى مستوى للتلوث(200ملغم/لتر) ، اما بقية العينات فقد تجاوزت تراكيزها المستوى الاقصى للتلوث ، وقد جاءت العينات W13, W15, W14 باعلى قيم للتراكيز ، اذ بلغت تراكيزها 1320.4و 1430.11 و 1758.8 على التوالي، وهذه الابار غير مستخدمة للشرب وتستخدم للزراعة فقط بسبب ملوحتها.

الكالسيوم (Ca^{+2})

يعد احد العناصر القلوية الرئيسة في المياه الجوفية شيوعاً وعنصراً اساسياً للنباتات والحيوانات واهم مصدر له هو الصخور الكلسية والدولومايت والانهايدرايت والجبس بفعل عمليات التجوية الكيميائية ، إذ لها القابلية على الذوبان في الماء مما يؤدي الى ارتفاع نسبتها في مياه الانهار، (الجبوري ،2013).

من ملاحظة قيم تراكيز الكالسيوم المبينة في جدول رقم 3 ، وخريطة التوزيع في الشكل رقم 5-ب نجد ان العينتين W4, W7 تراكيزها هي ضمن الحد المسموح به (75 ملغم/لتر) ، اما العينات W5, w8, w9, w12 , w16 فقد تجاوزت تراكيزها الحد المسموح به الا انها مازالت دون مستوى الحد الاقصى للتلوث ، اما بقية العينات فقد تجاوزت حتى المستوى الاقصى للتلوث.

- المغنسيوم (mg^{+2})

يأتي بعد الكالسيوم من حيث الاهمية في المياه الجوفية وتعد صخور الدولومايت والصخور الجبسية من المصادر الرئيسة لهذه الايونات ، وذلك لقابليتها على الذوبان في الماء مكونة املاحا من ضمنها ايون المغنسيوم ، يشترك مع الكالسيوم في تسبب العسرة للمياه الا انه يختلف عنه بصغر الحجم وهو من الفلزات القلوية وله حالة تأكسد واحده في المياه (كامل , 2008). من قيم التراكيز في جدول 4 ، وخريطة التوزيع في الشكل رقم 6-أ، نجد ان العينات (W4, W5, W6,W7,W8,W9,W10,W16) قد تجاوزت الحد المسموح (30ملغم/لتر) ولكنها دون قيمة اقصى مستوى للتلوث ، اما بقية العينات فقد تجاوزت قيمة اقصى مستوى

للتلوث(150 ملغم/ لتر) ، وان العينات W1,W2, W13, W14, W15 قد بلغت تراكيزها اعلى مستوى تركيز بقيمة تراوحت بين 231.0-303.9 ملغم/لتر، وهذ يعود الى كون هذه الابار تقع في منطقة تسودها الترب الجبسية والتي تتركز فيها كبريتات المغنسيوم.

البوتاسيوم (k^{+1})

يعد البوتاسيوم اكثر الفلزات القلوية شيوعاً في الصخور الرسوبية الا انه يكون اقل من الصوديوم في الصخور النارية، وذلك كونه قليل الذوبان في الماء لذلك يقل تركيزه في المياه الجوفية كما ان وجوده متقارب من الصوديوم في المياه الجوفية الا ان تركيزه اقل بسبب المقاومة العالية تجاه عوامل التجوية المختلفة وسهولة امتصاص المعادن الطينية له (اسماعيل، 2001). جميع عينات المياه تجاوزت تراكيزها الحدود المسموحة حتى تجاوزت اقصى مستوى للتلوث (20 ملغم/لتر)، وقد يعود السبب الى كون المنطقة زراعية تستخدم فيها الاسمدة الكيمياوية بكثرة ولأكثر من موسم زراعي مما ادى الى زيادة تركيز البوتاسيوم لهذا الحد، كما في جدول 4 وخريطة التوزيع في الشكل رقم 6-ب.

3 . الايونات السالبة الاساسية Major Anions

تعد ضمن الايونات المهمة التي تتوافر في المياه الجوفية وتشمل الايونات كل من الكبريتات، والنترات، والكلوريدات، والكاربونات ، والبيكاربونات والفلورايد .

- **الكبريتات (SO_4^{-2})**

ان المصدر الرئيس لها هو من الامطار والثلوج كذلك محاليل الكبريتات الموجودة في الصخور الرسوبية مثل الجبس او الانهيدرايت، فضلاً عن الاسمدة الكيميائية حيث يصل تركيزها في المياه الطبيعية الى اقل من (200) مليغرام /لتر وفي المياه الجوفية المتواجدة في طبقات الجبس الى (1360) مليغرام / لتر (kanwr,2012). اظهرت تراكيز الكبريتات في عينات المياه أن عينة البئر رقم W8 جاءت ضمن الحدود المسموح بها وبقيمة تركيز بلغت 11.05 ملغم/لتر، اما العينتان رقم W7 و W16 فقد تجاوزت الحد المسموح به وبقيمتي تركيز بلغت 180.12 و 157.54 ملغم/ لتر على التوالي ولكنها دون مستوى اقصى تلوث ، اما بقية العينات فقد تجاوزت المستوى الاقصى للتلوث ، كما يظهر في (جدول 5) وخريطة التوزيع في الشكل رقم 6-أ .

- **النترات (NO_3^{-})**

تعد اهم مركبات النتروجين الموجودة في المياه الجوفية حيث ان مصادر تكوينها في المياه عديده مثل الاسمدة الكيميائية وبقايا النباتات الزراعية ولها دور مهم في حياة الكائنات الحية اذ ان تواجدها بتراكيز عالية يساعد على نمو الاشنات والطحالب، بذلك يؤثر في نوعيه الماء وصلاحيته ويكون زيادة تركيزه في المياه الجوفية الطبيعية من 25 -50 مليغرام / لتر مؤشراً اعلى تلوث المياه بمصادر خارجية وهو مادة اساسية للنباتات وغالباً ما يتم خلطه مع السماد والماء عند ري المحاصيل الزراعية (درادكه ,2006) وقد جاءت تراكيزه في جميع العينات ضمن الحد المسموح به عالمياً ، كما مبين في (جدول 5) وخريطة التوزيع في الشكل رقم 6-ب.

- **الكلورايد(CL^{-})**

يعد عنصراً مهماً في الطبيعة وتحصل عليه المياه الجوفية من ذوبان الملح الصخري ومن مياه الامطار ومياه البحار القديمة والاسمدة والفضلات ، إنّ ارتفاع نسبته في مياه الشرب يعطي للمياه الطعم المالح يتحرك هذا العنصر بسهولة مع محلول التربة ويستهلكه النبات عند النتح حيث يتجمع في الاوراق ويزيد تركيزه

في المناطق الجافة . في المياه التي يكون تركيزه فيها بين (200–600) مليغرام / لتر يمكن استعمالها للاستهلاك البشري ، اما المياه التي يكون تركيز فيها بين (3000–4000) ملغيرام /لتر يمكن استخدامها لاغراض الري (Al–juburi,2006). ان العينتين W5 و W7 كانت دون الحد المسموح للتلوث، اما العينات , W2, W4, W6, W8, W11, W12, W16 فقد تجاوزت الحد المسموح به ولكنها لم تتجاوز المستوى الاقصى للتلوث ، اما بقية العينات فقد تجاوزت المستوى الاقصى للتلوث ، (جدول 6) وخريطة التوزيع في الشكل رقم 7–أ.

- **البيكاربونات (HCO3–)**

تعد الصخور الحاوية في البيكاربونات هي حجر الكلس والدلومايت واللذان يغذيان المياه بالايون كما ان وجودها في الماء يعطي طعماً مالحاً (هنون,2011) يعتمد مقدار الكاربونات والبيكاربونات على مقدار ثاني اوكسيد الكاربون وعلى تركيز الهيدروجين (pH) في الماء. وقد جاءت تراكيزها في آبار منطقة الدراسة بقيم فوق الحد المسموح للتلوث وخاصة للعينتين W6, W7 اما العينة رقم W11 فقد تجاوزت المستوى الاقصى للتلوث ، اما بقية العينات فقد جاءت دون الحد المسموح للتلوث ، (جدول 6) وخريطة التوزيع في الشكل رقم 7–ب.

- **الكاربونات (CO_3^{-2})**

تعد من اهم المكونات التي تؤثر في قيم اسس الهيدروجين (pH) ويؤدي تركيزها العالي خاصة اذا ازداد عن (500) مليغرام/لتر الى ترسيب الكالسيوم والمغنسيوم في التربة ومن ثم يزيد من تركيز ايون الصوديوم مما يلحق الضرر بالتربة والنبات و تؤدي الى زيادة قيم نسبة امتزاز الصوديوم بالتربة وتعطي الكاربونات طعما مالحاً في الماء وتسبب ارتفاع ضغط الدم، كذلك يؤدي الى ظهور أعراض نقص الحديد على النبات (Bullukaray and pavi,2010)، وقد تبين من الجدول (3.4) عدم امكانية الحصول على نتائج لتراكيز الكربونات والسبب يعود الى انخفاض تراكيزها وكونها من العناصر المتطايرة التي تستوجب اجراء تحليلها مباشرة حال اخذ العينة كي يتم الحصول على التركيز الحقيقي لها.

- **الفلوريد(F^{-1})**

يتواجد الفلوريد بمقدار 0.3 غرام لكل كيلوغرام من قشرة الأرض ويتواجد في عدد من المعادن. أهم مصدر للفلوريد في مياه الشرب هو التواجد الطبيعي له. يمكن ان يتواجد الفلورايد بيئيا وذلك من خلال الصخور المحتوية على الفوسفات المستخدمة لإنتاج الأسمدة الفوسفاتية؛ وهذه الرواسب تحتوي على حوالي 4% من الفلورايد. أن التعرض اليومي للفلوريد يعتمد أساسا على المنطقة الجغرافية. ومعظم الظروف يكون تناول الغذاء هو المصدر الرئيسي للفلوريد ، مع مساهمات أقل تأتي من مياه الشرب ومعجون الأسنان. في المناطق ذات التراكيز العالية نسبيا للفلورايد، لاسيما المياه الجوفية فان مياه الشرب تصبح مصدراً مهما للفلوريد. ويتغير تركيز الفلورايد من المياه الجوفية مع نوع الصخور والتربة التي تجري من خلالها المياه الجوفية وعادة لا يتجاوز تركيز الفلورايد 10 ملغرام / لتر (WHO,2006).

تراكيز الفلورايد في جميع عينات المياه تراوحت بين 0.2 – 1.5 وجاءت ضمن الحدود المسموح بها ، ماعدا عينة الماء للبئر رقم W15 اذ بلغ تركيز الفلورايد 1.5 ملغرام / لتر . وفقا لهذه التراكيز فان عينات المياه من هذه الناحية مناسبة للشرب، (جدول 7) وخريطة التوزيع في الشكل رقم 8

4 . الايونات الثانوية

ويقصد بها الايونات التي توجد في المياه بشكل ثانوي ونسبتها لا تتجاوز 1% من العناصر الكيمياوية المتواجدة في المياه .

- **الحديد Fe^{+2}**

قد تحتوي المياه الجوفية اللاهوائية على الحديدوز ثنائي التكافؤ بتركيزات تصل إلى عدة مليغرامات للتر الواحد دون تلون أو تعكر لون المياه عندما يتم ضخه مباشرة من البئر. ولكن عند التعرض للغلاف الجوي، فان الحديدوز يتحول الى الحديدك، ويعطي اللون البنى المحمر للمياه وبذلك تصبح مرفوضة. تركز الحديد فوق الـ 0.3 مغ/لتر، يؤدي الى تبقع الملابس في اثناء الغسل او في حالة السباكة. عادة ما يكون أي طعم ملحوظ للحديد بتركيز اقل من 0.3 مغرام/لتر، على الرغم من نشوء عكرة المياه وتلونها . ولا توجد قيمة مقترحة لتركيز الحديد وتاثيره في الصحة {WHO, 2006 #70}. ان الحد الاقصى المسموح به لأيونات الحديد في الماء هو (0.3) مليغرام / لتر، حيث ان تراكيزه بدرجة عالية غير مناسب (Bullukaray and pavi,2010)، وقد تراوحت تراكيزه في آبار منطقة الدراسة للعينات (W3,W5,W6,W7,W8,W9,W13,W16) كانت بين (0.033 – 0.294) وجاءت ضمن الحدود المسموح ، اما بقية العينات فقد تجاوزت المستوى الاقصى للتلوث، (جدول 7) وخريطة التوزيع في الشكل رقم 8–أ.

- **الالمنيوم (Al^{+3})**

ان الألومنيوم المتواجد طبيعيا، فضلا عن أملاح الألومنيوم التي تستخدم مادة لتصفية مياه الشرب هي المصادر الأكثر شيوعاً من الألمنيوم في مياه الشرب. إن وجود الألومنيوم بتراكيز تتجاوز 0.1 – 0.2 ملغرام/لتر يؤدي في الغالب إلى معاناة المستهلكين له نتيجة لترسب هيدروكسيد الألمنيوم في شبكة توزيع مياه الشرب وتفاقم تلون المياه بالحديد. ولذلك من المهم تحسين عمليات المعالجة للتقليل من الألومنيوم المتبقية من مصادر التغذية. تحت ظروف العمل الجيدة، تركيز الالمنيوم بنسبة أقل من 0.1 مغ/لتر في اغلب الظروف يكون مقبولا . الأدلة المتوفرة لا تدعم تحديد قيمة محددة للالمنيوم في مياه الشرب {WHO, 2006 #70}.ان تركيز الالمنيوم في عينات المياه (W2, W3, W6, W7, W8, W9, W12) تراوحت بين (0.073 – 0.192) ملغرام /لتر ، وبذلك قد تجاوزت الحدود المسموحة بها وهي (0.05 ملغرام ملتر) ، اما بقية العينات فقد تجاوزت فيها تراكيز اللامنيوم اقصى مستوى للتلوث (0.2 ملغرام/لتر) ، وفقا لتركيز الالمنيوم فان الابار التي تجاوزت تراكيزها اقصى مستوى للتلوث تعد غير صالحة للشرب ، وان استخدامها يعد خطرا على صحة المستخدمين لها، (جدول 7) وخريطة التوزيع في الشكل رقم 8–ب.

الاستنتاجات

بعد تحليل نتائج الدراسة الميدانية والصور الفضائية وخرائط التوزيع المكاني للجريان السطحي وعلاقته بكمية الامطار الساقطة، فضلا عن تحليل نتائج التحليلات الكيميائية لمياه الابار في منطقة الدراسة وفقا للمخططات والمعايير العالمية المحلية توصلت الدراسة الى جملة استنتاجات وهي:–

1. تقع منطقة الدراسة ضمن المنطقة غير المضمونة الامطار، لذا فهي تعاني من جفاف في السنوات الاخيرة، اضف الى ذلك الاستخدام المفرط للمياه الجوفية لاغراض الري قد ادى الى انخفاض مناسيب المياه الجوفية عدة امتار عما كان عليه في بداية التسعينات.

2. اظهرت نتائج فحص الخصائص الكيميائية لعينات من آبار منطقة الدراسة وجود اصناف من المياه وفق تصنيف بايبر ، وهي ان عينات المياه الجوفية ضمن سحنة نوع كالسيوم– كلورايد شملت العينات (W8, W6, W11, W10 , W5)، اما العينات (W7 , W 16 , W2) فقد جاءت ضمن السحنة نوع الخليط (وفيها اي من الايونات السالبة او الموجبة لا يتجاوز الـ 50% . اما بقية العينات وهي (W3, W12, W14, W15, W9, W4, W13) فقد صنفت ضمن السحنة نوع صوديوم – كلورايد .
3. اظهرت نتائج الفحص ان عينات مياه الابار الجوفية W8, W6,W5,W16, W7 هي الافضل نسبيا لاغراض الشرب، اما الابار W13,W14,W15,W1 فانها غير صالحة للشرب لتجاوز معظم العناصر الكيميائية المستوى الاقصى للتلوث.
4. المشكلة الاكثر خطورة هي تجاوز تراكيز العناصر الثانوية المتمثلة بالحديد والالمنيوم للحد المسموح والمستوى الاقصى للتلوث ، لما لهذه العناصر من تأثير في صحة الانسان .

التوصيات

توصلت الدراسة الى جملة من التوصيات وهي :

1- تشجيع المزارعين على استخدام تقنيات الري الحديثة للتغلب على انخفاض منسوب المياه الجوفية بسبب ظروف الجفاف الطويلة التي تتعرض لها منطقة الدراسة.
2- اجراء تحليلات كيميائية لكل العناصر الرئيسة الموجبة والسالبة والثانوية والنادرة لمياه الابار في منطقة الدراسة للوقوف على مستويات التلوث بتلك العناصر.
3- العمل على انشاء مشاريع لضخ مياه الشرب لقرى المنطقة، وذلك بحفر آبار جوفية في المناطق الاكثر صلاحية لأغراض الشرب.
4- تجنب استخدام مياه الابار التي تحتوي تراكيز عالية من العناصر الكيميائية لاغراض الشرب.
5- عدم السماح لشركات الحفر الخاصة بحفر آبار مائية الا بعد استحصال موافقات القانونية بالتنسيق مع الشركة العامة للحفر الابار، وذلك لوجود آبار متقاربة وهذا يؤدي الى تاثير متبادل وتداخل مستوى الماء المخروطي Cone depressionعند التشغيل المتزامن لتلك الابار

المصـــادر

أولاً : المصادر العربية

1. اسماعيل، سالم خليل (2001) . تقرير عن المياه الجوفية في محافظة التأميم ، وزارة الري ، الشركة العامة لحفر الآبار المائية .
2. اسماعيل، سالم خليل (2010) . دليل على المياه الجوفية ، وزارة الموارد المائية ، الهيئة العامة للمياه الجوفية ، بغداد .
3. الجبوري، جابر حميد عليوي (2004). هيدروجيوكيميائية خزان سد العظيم ، اطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، جامعة بغداد ، كلية العلوم ، قسم علم الارض .
4. الجبوري، هاجر تحسين (2013). نظم المياه الجوفية في حوض الفرات بين هيت وحديثة ، رسالة ماجستير (غير منشورة)، جامعة بغداد ، كلية التربية ابن رشد ، قسم الجغرافية .

5. الخفاجي، شذى سالم ابراهيم (2014). جيومورفولوجية وهيدرولوجية نهر الدجيله في محافظة واسط ،رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية التربية للعلوم الانسانية ، جامعة بابل.
6. درادكة ، خليفة (2006). المياه السطحية وهيدرولوجيا المياه الجوفية ، دار حنين للنشر ، عمان، الاردن .
7. عبادي ، سعاد عبد ، محمد ، سليمان حسن (1990) . الهندسة المائية للبيئة فحوصات ماء ، دار الحكمة للطباعة والنشر ، الموصل .
8. كامل، علي محسن (2014) . جيومرفولوجية وهيدرولوجية منخفض الصلبيات ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، جامعة بابل ، كلية التربية ، قسم الجغرافية .
9. المانع ، جواد كاظم (2003) . هيدروكيميائية المياه الجوفية وعلاقتها بمعدنية رسوبيات الخزان لمناطق مختاره من محافظة بابل ، رسالة ماجستير (غير منشورة)، جامعة بغداد ، كلية العلوم ، قسم علم الارض .
10. هنون ، جليل جاسم (2001) . هايدروجيومورفولوجية منطقة كربلاء ، اطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، الجامعة المستنصرية ، كلية التربية ، قسم الجغرافية .

ثانياً : المصادر الاجنبية

1. Aljuburi, Hameed J., and Ahmad Maroff, 2006, The growth and mineral composition of Hatamy date palm seedlings as affected by sea water and growth regulators. *III International Date Palm Conference 736*..
2. Blöschl, G., and R. Merz, 2010, Landform–hydrology feedbacks, Landform–structure, evolution, process control, Springer, p. 117-126.
3. DHI, MIKE, 2011, "11. A Modelling System for Rivers and Channels. Reference Manual." *DHI Water & Environment, Denmark* .
4. Kanwar .J.Ram ,2012, water and their Effects on the physicochemical properties of soil , Indians city .
5. Kumar, S. K., V. Rammohan, J. D. Sahayam, and M. Jeevanandam, 2009, Assessment of groundwater quality and hydrogeochemistry of Manimuktha River basin, Tamil Nadu, India: Environmental Monitoring and Assessment, v. 159, p. 341-351.
6. Sawyer, C. N., and P. L. McCarty, 1978, Chemistry for environmental engineers: New York. Mc Graw-Hill Book Company.
7. Todd, D. K., and L. W. Mays, 2005, Groundwater hydrology edition, Wiley, New Jersey.
8. WHO, 2006, Guidelines for drinking-water quality: recommendations, v. 1, World Health Organization.